Aus der Universitätshautklinik Marburg/Lahn
Direktor: Professor Dr. A. Ruete.

Über die Einwirkung von ultraviolettem Licht auf pathogene Pilze.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der gesamten Medizin

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der Universität Marburg

vorgelegt von

August Scherer

aus Dagobertshausen, Kr. Marburg/Lahn

Marburg 1938

Hessischer Verlag Karl Euker, Marburg a. d. Lahn

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Marburg
am 4. Juli 1938.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Prof. Dr. Ruete.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Im natürlichen Sonnenlicht sind die verschiedensten Strahlen enthalten. Ihr sichtbarer Teil reicht von Rot bis Violett. Außerdem finden sich im Sonnenlicht noch nach dem kurzwelligen Ende hin, die sogenannten ultravioletten Strahlen, die sich besonders durch ihre chemische und biologische Wirkung auszeichnen. Zum ultravioletten Licht gehören die Strahlen mit der Wellenlänge von 2,02 mymy – 380 mymy. Eine biologische Wirksamkeit kommt erst den Strahlen von 200 bis 360 mymy zu.

Diejenige Ultraviolettlichtmenge, die nach Ablauf einer gewissen Zeit auf der Haut ein mittelstarkes Erythem erzeugt, bezeichnet man als 1 H.E.D. = 1 Hauteinheitsdosis. Die Erythemdosis ist also die Grundlage einer biologischen Meßmethode des ultravioletten Lichtes. Da die Erythemdosis aber niemals bei allen Individuen gleich ist, sie richtet sich nach dem Pigmentgehalt der Haut, so ist diese Meßmethode auch niemals allein für exakte Versuche brauchbar.

Meyer und *Behring* gaben eine Methode zur Dosimetrie des ultravioletten Lichtes an. Ihr Wesen besteht darin, daß aus einer angesäuerten Jodkalilösung unter dem Einfluß von Höhensonnenbestrahlung freies Jod entsteht, dessen ausgeschiedene Menge ein brauchbares Maß für die angewandte Lichtmenge ist.

Es werden 25 ccm frische 1% Jodlösung, 25 ccm 5% Schwefelbesteht darin:

Es werden 25 ccm frische 1% Jodlösung, 25 ccm 5% Schwefelsäurelösung, 1 ccm frische $^1/_{400}$ n-Natriumthiosulfatlösung und ein paar Tropfen Stärkelösung in einem Becherglas von genau 5 cm Durchmesser bestrahlt. Sich an der Oberfläche bildende blaue Schlieren werden durch häufigeres Umrühren zerstört.

Als Reaktionseinheit ist der Beginn einer irreversiblen Blaufärbung der Lösung zu betrachten. Als Dosiseinheit gilt die Bestrahlungszeit, die erforderlich ist, um den Farbumschlag der in halber hterapeutischer Entfernung befindlichen, vorher beschriebenen, Lösung hervorzurufen. Sie wird als 1 H.S.E. = 1 Höhensonneneinheit bezeichnet.

Schon im Jahre 1877 fanden *Downs* und *Blunt,* daß dem Licht eine gewisse bakterizide Wirkung zukomme. Ward, Dieudonné und Finsen äußerten gegen Ende des Jahrhunderts die Meinung, diese Wirkung rühre von den Strahlen des ultravioletten Teiles des Spektrums her.

Eine ganze Reihe von Autoren fand anschließend, daß die Bakterizidie nicht eine Wirkung des gesamten ultravioletten Spektralabschnittes, sondern eine Wirkung spezieller Wellenlängen sei. Jedoch waren diese Angaben äußerst ungenau und sich widersprechend. Dieser Streit dürfte durch die Arbeiten von *Ehrismann* und *Nötling* beendet sein. Sie konnten den Beginn der keimtötenden Wirkung des ultravioletten Lichtes bei einer Wellenlänge von 313 mymy, ein Maximum bei 265 mymy und eine Abnahme nach dem kurzwelligen Ende hin nachweisen.

Weiterhin wollen *Bang, Bayne, Jones* und *von der Lingen* eine direkte Abhängigkeit der Bakterienabtötungsgeschwindigkeit von der Tmperatur gefunden haben. Dies wird dagegen von anderen Autoren bestritten *(Dieudonné, Finsen).*

Auch hängt die Ultraviolettwirkung von den umgebenden Medien ab. Durch Luft, Glas, Wasser usw. werden die bekteriziden Strahlen in besonderem Maße absorbiert.

Die sogenannte bakterizide Wirkung des Lichtes sucht man sich durch die Absorption der Strahlen durch gewisse chemische Substanzen innerhalb der bestrahlten Objekte zu erklären. Durch diesen Vorgang werden gewisse physikalische und chemische Veränderungen im absorbierenden Substrat hervorgerufen. Weitere Erscheinungen sind nicht mehr als direkte Strahlenwirkung zu betrachten, sondern als Folgeerscheinung der von ihr hervorgerufenen Veränderungen anzusehen.

Am Gesamtorganismus haben wir als Folge der Bestrahlung ein ziemlich gleichmäßiges Bild. Es zeigen sich je nach Intensität der Strahlenwirkung alle Stadien der Entzündung. Im Anschluß daran Pigmentbildung oder bei Applikation stärkster Dosen Nekrosen. Dagegen finden sich im Organismus selbst die mannigfaltigsten Erscheinungen, die nicht für die Bestrahlung allein spezifisch sind, sondern die sich nach allen möglichen anderen Einwirkungen nachweisen lassen. So z. B. Änderungen am Kreislauf, an der Atmung, am Blute, am vegetativen System, am Stoffwechsel, an den Blutbildungsstätten und am Sitz von Infektionsherden usw.

Dieser unspezifischen Reizwirkung schrieb man früher die Heilwirkung des Lichtes zu. Die Entstehung von Vitamin D bei Ultraviolettbestrahlung des Körpers ließ aber erkennen, daß hierbei höchst spezifische Vorgänge stattfinden.

Untersucht man die Wirkung der Bestrahlung an der Einzelzelle, so findet sich vielfach Folgendes: Völlige Zerstörung oder Entwicklungshemmung durch hohe Dosen, dagegen Förderung und beschleunigte Entwicklung bzw. rascherer Ablauf der physiologischen Funktionen durch niedere Dosen. Die Hemmungserscheinungen zeigen sich auf gänzlich unspezifische Art und Weise im Aufhören der Plasmaströmung innerhalb der Zelle, von amöboider und Flimmer-

bewegung, in Hemmung der Teilungsvorgänge, Ausfällung des Zelleiweißes, Hämolyse, Abtötung von Bakterien usw.

Die Förderungserscheinungen sind an folgenden Vorgängen zu beobachten: Wachstumssteigerung und beschleunigte Zellteilung.

All diese Erscheinungen sind gleichfalls nicht für die Bestrahlung allein spezifisch. Die Hemmungen führt man auf die Entstehung gewisser Substanzen infolge einer Zellbeschädigung zurück. Sie entstehen auch bei anderen Einwirkungen. Weiterhin sind einige Autoren der Ansicht, daß eine Störung der Fermenttätigkeit eintritt und als deren weitere Folge eine schnell eintretende Zelldestruktion. Jedoch läßt sich bei durch Licht abgetöteten Bakterien eine vollständig erhaltene Aktivität ihrer Fermente feststellen.

Ellinger führt die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf eine Änderung der kolloidchemischen Zellstruktur zurück. *Sonne* vom Finseninstitut konnte eine Koagulation des Zelleiweißes unter dem Einfluß bestimmter Spektralbezirke nachweisen. *Henri* beobachtete nach der Ultraviolettbestrahlung Opaleszenserscheinungen am Protoplasma, die das Zeichen einer Änderung seiner physikalischen Eigenschaften und der Beginn seiner Koagulation sind.

Jedenfalls dürfte für die Mehrheit der Lichtwirkungen auf den tierischen Organismus und auf die Zelle die Eiweißdenaturierung der unspezifische Primäraffekt sein.

Außerdem lassen sich auch eine Reihe spezifischer Folgen der Ultraviolettbestrahlung erkennen. So wurde bereits schon früher auf die Bildung von Vitamin D aus Ergosterin im mit ultraviolettem Licht bestrahlten Körper hingewiesen. Ebenso vollzieht sich die Bildung von Histamin aus Histidin infolge von Bestrahlung. Auch die CO-Assimilation und der Sehakt sind als höchst spezifische Vorgänge infolge der Belichtung zu betrachten.

Ellinger sucht weiterhin die Strahlenwirkung mit dem Alter der betreffenden Zellen und Gewebe in Zusammenhang zu bringen. Eine erhöhte Strahlenempfindlichkeit lasse sich an allen in der Teilung begriffenen Zellen und Geweben feststellen. *G. Hertwig* erklärt dies folgendermaßen: Das Chromatin im Chromosomenstadium stelle für die Strahlen eine vergrößerte Angriffsfläche dar. Auch sei bei vermehrtem Zellstoffwechsel die Strahlenempfindlichkeit gesteigert. Da derselbe bei den Teilungsvorgängen tatsächlich erhöht ist, so lassen sich diese Theorien gut miteinander in Einklang bringen. Durch die Versuche verschiedener Autoren *(Bang, Winterstein, Jansen)* wurden die gleichen Feststellungen gemacht, so daß das Gesetz von *Bergonié-Tribondeau* wohl seine Gültigkeit zu haben scheint. Es besagt, daß mit Fortschreiten der Entwicklung eine verminderte Schädigung durch die Bestrahlung eintritt.

Reichlich ungeklärt ist auch noch die Frage, ob die Erscheinungen am Mikroorganismus eine direkte Lichtwirkung sind, oder ob

sie auf Veränderungen des Nährbodens zurückzuführen sind. *Geisler, Duclaux, Richardsen, Proks* und *Kruse* fanden, daß mit ultraviolettem Licht bestrahlte Nährböden weniger zur Züchtung von Bakterien und Hefen geeignet waren. *Roux* sucht diese Erscheinung mit einer Änderung der Eigenschaften des Nährbodens zu begründen. Nach *Dieudonné* soll es nach Bestrahlung zu einer vermehrten Hydrogenperoxydbildung kommen und damit zu einer beschleunigten Abtötung der Bakterien. *Cernevodeaux* und *Henri* bereiteten Nährböden mit H_2O_2 zu. Sie fanden keine Wachstumsänderung der Kulturen. *Von Berde* konnte eine Wachstumshemmung auf mit Sonnenlicht bestrahlten Nährböden nur nach Sensibilisierung mit Eosin erzielen. Bei der chemischen Untersuchung war aber keine vermehrte Peroxydbildung festzustellen. *Straub* dagegen will bei Belichtung von mit Eosin sensibilisierten Nährböden eine Peroxydbildung, die auf einer Aktivierung des Oxygens des Nährbodens beruhe, gefunden haben. *Ehrismann, Leonhard* und *Marsh* stellten keine Beeinflussung der Kulturen nach vorheriger Ultraviolettlichtbehandlung der Nährböden fest. *Petri* will sogar ein bedeutend besseres Wachstum gewisser pathogener Pilze auf vorher bestrahlten Nährböden erzielt haben. Dies sei auf eine Regeneration der bei dem Erhitzen der Nährböden im Autoklaven zerstörten Fermente infolge der Höhensonnenbestrahlung zurückzuführen.

Über das Gebiet der biologischen Strahlenwirkung ist heute noch nichts Endgültiges zu sagen. Die Vorstellungen innerhalb der Wissenschaft hierüber sind noch reichlich unklar und lassen noch kein abschließendes Urteil zu.

Nachdem ich mit den allgemeinen Betrachtungen zum Abschluß gekommen bin, möchte ich mich dem eigentlichen Gebiet dieser Arbeit zuwenden. Zum besseren Verständnis will ich aber zunächst noch die Einwirkung von ultraviolettem Licht auf Hefen und andere Pilzarten berücksichtigen.

Allgemein wird eine rasche Abtötung von Hefekulturen festgestellt *(Ehrismann, Feuer, Tanner, Rhyder).*

Auch die Abtötung von Schimmelpilzen gelang in kürzester Zeit *(Welch, Luyet).* Jedoch sei die Resistenz älterer Kulturen und besonders der Sporen bedeutend größer *(Becquerel). Stevens* beobachtete die verschiedensten Erscheinungen an einer großen Anzahl von Pilzen durch halbseitige Bestrahlung ihrer Kulturen, jedoch zählt er ungefähr 100 verschiedene Arten und Stämme auf, die nicht zu beeinflussen waren.

Nach Angaben von *Falchie* zeigten Trichophyton, Sporotrichon und Achorion durch den Einfluß des ultravioletten Lichtes eine Entwicklungshemmung. Keinen Erfolg hatte der Autor bei der Bestrahlung von Actinomyces, Hemispora, Monilia und Mikrospora.

McKinley und *Scott* setzten Kulturen von Trychophyton asteroides, dem Erreger von Herpes tonsurans bei Pferden und Rindern,

dem Höhensonnenlicht aus. Der Abstand vom Brenner betrug 1 Fuß. Die Kulturen befanden sich in Glukosebouillon. Innerhalb von fünf Minuten gelang eine Abtötung. Die Verfasser glauben an eine therapeutische Verwertungsmöglichkeit dieser Feststellung.

Charrarien konnte bei seinen Versuchen mit Mucor corymbifer, Trichophyton granulosum, Achorion gallinae und zwei trichophytieähnlichen Arten von Montyela auf Sabouraud-Agar gleichfalls eine Abtötung feststellen. Abstand der Kulturen 30 cm von der Quarzlampe (58 Volt, 3 Amp.) (Erythemdosis 1,9 Minuten). Zur Abtötung von Bakterium Coli war eine Zeit von 7 Sekunden erforderlich, für die verschiedenen Pilze von 2 bis 55 Minuten. Die Montyelaarten zeigten eine bedeutend stärkere Widerstandsfähigkeit, welches auf der ihnen eigenen Möglichkeit der Pigmentbildung beruht. Geringere Dosen veranlaßten bei ihnen ein erhöhtes Wachstum. Durch Sensibilisierung mit Eosin erfolgte schon bei gewöhnlichem Tageslicht ein verlangsamtes Wachstum. Auch im Meerschweinchenversuch sei durch Einpinselung der von der Trichophytie befallenen Hautstellen mit Eosin eine erhöhte Heilungstendenz hervorgerufen worden.

Ruete erwähnt, daß verschiedene Autoren bei der Ultravioletthlichtbehandlung der Pityriasis versicolor ein Ausbleiben der Pigmentierung der von dieser Krankheit befallenen Hautstellen beobachteten. Dies sei auf eine Filterwirkung der Mycelauflagerungen und der erkrankten Hautpartien zurückzuführen. Auch das Hellerwerden der Pityriasherde sei wahrscheinlich die Folge einer Schädigung der Pilze durch das Quarzlicht. Ähnliches stellt *Kistiakowski* fest. Auch er konnte ein Zurückbleiben nichtpigmentierter Flecke beobachten. Diese Erscheinung zeige sich auch bei gewissen Dermatomykosen der Tropen. Es liege nahe, daß es sich um eine physikalische Absorption handele.

Von Berde stellte Versuche mit Mikrosporon Audouini, Achorion Schönleini und Sporotrichon Beurmanni an. Die Kulturen wurden täglich 20 Minuten in einem Abstand von 50 cm zwei Wochen lang mit der Quarzlampe bestrahlt. Jedoch muß von vornherein gesagt werden, daß die Ergebnisse nicht als einwandfrei gelten können, da sich die Kolonien in Reagenzgläsern und geschlossenen Petrischalen befanden. Durch die Einwirkung des Höhensonnenlichtes bekamen die Kulturen ein feines, fadenarmes Aussehen. Dies verhält sich bei Bestrahlung mit Sonnenlicht ähnlich. Dagegen scheint die Ausbildung von tiefen radiären Spalten, die bei Sonnenbestrahlung nie auftritt, ein spezieller Effekt der Ultravioletthestrahlung zu sein. Diese bildeten sich aber nur bei Mikrosporon. Allgemein kommt der Verfasser zu dem Ergebnis, daß durch Sonnen- bzw. künstliches Licht eine Hemmung des Wachstums von Pilzen hervorgerufen wird.

Faßt man das, was in der Literatur über die Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf pathogene Pilze zu finden ist, kurz zu-

sammen, so kommt man zu dem Ergebnis, daß das Quarzlicht die Kulturen hemmend beeinflußt. Es fehlen jedoch genauere Angaben über die hierzu erforderlichen Dosen und vor allem ist es nicht ganz klar, ob sich diese in therapeutisch anwendbaren Grenzen bewegen. Diese Frage, welche von großem praktischen Interesse ist, soll in Folgendem geklärt werden.

Als Versuchsobjekte dienten mir Kulturen zweier Erreger der Trichophytie, und zwar von Trichophyton gypseum und Trichophyton violaceum.

Das Trichophyton gypseum wurde zuerst von *Sabouraud* näher beschrieben. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man längliche Mycelien, teilweise gerade, teilweise gekrümmt, häufiger septiert. Runde und ovale Sporen liegen sowohl innerhalb der Mycelfäden als auch außerhalb derselben. Sie kommen vereinzelt bzw. in Ketten- oder Traubenform vor.

In der Mitte der Kultur, an der Impfstelle befindet sich eine leichte Erhebung. Rings herum eine flache, weiße bzw. gelblichweiße Zone mit leichten Ausläufern am Rande. Das Bild der Kultur sieht aus, als ob sie mit feinem Gipsmehl überstreut sei. Die Rückseite der Kolonie hat eine bräunlich-rote Färbung. Die Kolonien wachsen außerordentlich rasch. Nach 4 bis 6 Tagen entstehen durch Platzen prall mit Sporen gefüllter Mycelien Tochterkolonien. Bald tritt auch flaumige Degeneration, die vom Zentrum her vor sich geht, ein.

Das Trichophyton violaceum wurde ebenfalls von *Sabouraud* zum ersten Male gesehen. Das mikroskopische Bild ist gleichfalls nicht besonders charakteristisch. Es zeigt sich ein unregelmäßiges Netz feiner, vielfach gekrümmter Mycelfäden, die teilweise in sich septiert sind.

Das Wachstum von Trichophyton violaceum ist äußerst langsam und die Größe seiner Kulturen geht nie über 3 cm Durchmesser hinaus. Es entwickelt sich allmählich von der Impfstelle aus eine violett gefärbte erhabene Kolonie bestehend aus feinen Höckern und Windungen. Oft ziehen sich vom Zentrum nach der Peripherie Furchen, die besonders gut am Rande der Kultur zu sehen sind. Häufig tritt eine Entfärbung der Kultur, die gleichfalls am Rande in stärkerem Maße sich bemerkbar macht, auf. Diese Teile zeigen dann ein gelblich-bräunliches Aussehen und eine etwas feuchte Oberfläche.

Die Pilzkolonien wurden von mir in Petrischalen gezüchtet, und zwar auf drei verschiedenen Nährböden:

1. Auf dem von *Sabouraud* angegebenen Honignährboden

   20 g Pepton
   80 g Bienenhonig

   werden in 1000 g einer mit Aqua dest. hergestellten 2% Agarlösung gekocht und anschließend filtriert.

2. Auf dem von *Grütz* angegebenen Nährboden Nr. III

5 g Pepton Knoll
5 g Glyzerin
5 g NaCl
60 g Nervinamalz

werden in 1000 einer mit Aqua dest. hergestellten 2% Agarlösung (*Grütz* gab 1,8% Agar an) gekocht und anschließend filtriert.

3. Auf Kartoffelnährböden

2 Dritteile einer 2% Agarlösung werden mit 1 Dritteil Fleischextrakt plus Preßsaft aus rohen geriebenen Kartoffeln gekocht und anschließend filtriert.

Hierauf erfolgt dreimalige Sterilisation im Autoklaven von einer Stunde Dauer.

Auf Honignährboden zeigt Trichophyton gypseum am deutlichsten einen etwas ins Gelbliche gehenden Farbton. Es erfolgt eine rasche Ausbreitung in allen Richtungen, die von der Impfstelle her ihren Ausgang nimmt. Entstehende Tochterkolonien treten alsbald mit der Mutterkolonie in Verbindung. Die Impfstelle ist leicht erhaben. Von ihr aus erfolgt auch später die flaumige Degeneration.

Trichophyton gypseum auf *Grütz* 3 Nährboden: Infolge schnell eintretender Degeneration nehmen die Kulturen bald im Zentrum ein weißes Aussehen an. Peripherwärts ist eine mehr ins Gelbliche gehende Verfärbung bemerkbar. Auch hier verbreitet sich der Pilz sehr schnell über den Nährboden. Die entstehenden Tochterkolonien vereinigen sich rasch mit der Mutterkolonie.

Der Pilzrasen von Trichophyton gypseum auf Kartoffelnährboden zeigt ein viel reineres Weiß als auf den vorhergenannten Nährböden. Er breitet sich bedeutend langsamer aus und auch bei älteren Kulturen kommt es zu keinem Überwuchern des Nährbodens. Es bilden sich viel mehr Tochterkolonien, die aber weder mit der Mutterkolonie noch untereinander in Verbindung treten und nur spärlich wachsen. Die Kulturen dieses Genus auf dem Kartoffelnährboden sind von einem etwas erhabeneren Aussehen als auf den übrigen Nährböden.

Zusammenfassend ist zu sagen: Bei Trichophyton gypseum bestehen zwar leichte Unterschiede in der Farbe auf den einzelnen Nährböden. Doch sind diese nicht so besonders ausgeprägt. Dahingegen treten die Unterschiede in der Form und im Wachstum der Kolonien wesentlich mehr in Erscheinung. Dies hängt vielleicht mit dem verschiedenen Nährwert der einzelnen Nährböden zusammen. Auch über die verschiedenartige Ausbildung von Tochterkolonien sind nur Mutmaßungen möglich. Die Aussaat erfolgt durch Platzen prall mit Sporen gefüllter Mycelien. Möglicherweise haften diese infolge seiner Konsistenz an dem einen Nährboden fester als an

dem anderen und finden so eine geringere Ausbreitung. Das Isoliertbleiben der Tochterkolonien auf dem Kartoffelnährboden hängt evtl. mit dem langsameren Wachstum zusammen. Ehe es zu einer Vereinigung der Kolonien kommen kann, ist der Nährstoff des Mutterbodens aufgebracht, und es bleibt das Bild vieler einzelner Kolonien bestehen.

Auf dem *Sabouraudschen* Honignährboden zeigt Trichophyton violaceum ein nur sehr geringes in die Breite gehendes Wachstum. Es werden niemals Kulturen von mehr als 1 bis 1½ cm Durchmesser gefunden. Dagegen überragen diese Kulturen die auf *Grütz* 3 Nährboden um einige mm und die auf Kartoffelnährboden ungefähr um ½ cm. Die Oberfläche der Kultur besteht aus äußerst feinen und oft in sich gekrümmten Windungen. Die Farbe ist von einem schönen gleichmäßigen Violett.

Trichophyton violaceum auf *Grütz* 3 Nährboden geht im Wachstum schon mehr in die Breite, jedoch erreicht es nicht ganz die Höhe der Kulturen auf dem Honignährboden. Der Farbton besteht aus verschiedenen Zwischenstufen von Violett bis Weißgrau. Die Krümmungen der einzelnen Windungen sind gröber. Desgleichen die Form der Windungen.

Auf Kartoffelnährboden sind die Kulturen viel breiter und flacher. Ihre Höhe erreicht etwa 1 bis 2 mm. Die Windungen sind noch bedeutend gröber als vorher. Die jungen Kulturen sind anfangs wohl von einer violetten Farbe, welche aber bald am Rande schwindet und auch nachher in der Mitte eine blasse ins Weinrote gehende Tönung annimmt. Zur Ausbildung von Tochterkolonien kam es nie, obwohl in der Literatur Beispiele angeführt sind. Die verschiedenen Farbtönungen auf den einzelnen Nährböden sind vielleicht auf die Aufnahme verschiedener Farbstoffe aus den einzelnen Mutterböden zurückzuführen. Welche Ursachen zu den sehr ins Auge fallenden Unterschieden der Oberflächen-Struktur führen, ist nicht mit Sicherheit zu sagen.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt weder bei Gypseum noch bei Violaceum irgendwelche Differenzen im Aussehen des auf den verschiedenen Nährböden gewachsenen Mycels.

Bei meinen Versuchen ließ ich die Kulturen bei gewöhnlichem Tageslicht unter Ausschaltung direkten Sonnenlichtes wachsen. Sie befanden sich in geschlossenen Petrischalen, die nur während der Bestrahlung unterhalb der brennenden Höhensonne geöffnet und nach Ablauf der Bestrahlungszeit wieder an dieser Stelle geschlossen wurden. Außerdem wurde peinlichst jeder Luftzug während der Bestrahlung vermieden, um nicht irgendwelche Keime aus der Luft in die geöffneten Schalen hineinzuwehen. Die Annahme, daß unter diesen Umständen die Sterilität der Nährböden gewahrt bliebe, erwies sich bald als trügerisch. Fast alle Kulturen wurden früher oder

später von den verschiedensten Schimmelpilzen befallen. Besonders 4 bis 6 Tage nach der Impfung war diese Beobachtung zu machen. Entfernen mit einem sterilen Messer nützte nur in den wenigsten Fällen. Ihre weitere Verwendung zu den Versuchen war nicht möglich, da der Schimmel den Nährboden und die Kultur überwucherte. Auch wurden durch den Schimmel ein großer Teil der Nährsubstanzen verbraucht und schon allein dadurch kam eine Schädigung der Pilzkulturen zustande. Da der Schimmel auch nicht abgetötet wurde bei einer Bestrahlungszeit von 1 Stunde = 8 HED., so dürfte die von den verschiedenen Autoren aufgestellte Behauptung einer raschen Abtötung von Schimmelpilzen durch ultraviolettes Licht nicht ganz stimmen. Nur dadurch, daß ich infolge der gemachten Erfahrungen meine Versuche in mehrfacher (stets in mindestens dreifacher) Ausführung machte, gelang es mir, mit Kulturen längere Zeit zu arbeiten, da immer einige übrigblieben, die nicht vom Schimmel befallen wurden. Dies erschwerte die Versuche natürlich bedeutend, es gelang aber auch so, zu exakten Ergebnissen zu kommen.

Ausgeführt wurden die Bestrahlungen mit der künstlichen Höhensonne Original Hanau. Die Stromstärke betrug 6 Amp., die Stromspannung 220 Volt.

Nach der eingangs erwähnten Methode zur Dosimetrie des ultravioletten Lichtes von *Behring* und *Meyer* wurde eine Zeit von 7,5 Minuten festgestellt, die in 1 m Abstand vom Brenner einer HSE. entsprach. An mir selbst konnte ich mit dieser Lichtmenge ein mittleres Erythem erzeugen. Es wurde deshalb ein Abstand von 1 m gewählt, weil diesr dem gewöhnlichen Abstand des zu bestrahlenden Objektes bei therapeutischer Anwendung der Höhensonne entspricht. Auch war hierbei die Gewähr geboten, daß keinerlei Temperaturerhöhung eine Beeinflussung der Kulturen hervorrief, wie es leicht bei geringerem Abstand der Platten, mag dann die Bestrahlungszeit auch kürzer sein, der Fall wäre. Die Messung der Temperatur nach einstündiger Bestrahlung in 1 m Abstand vom Brenner ergab kaum eine wesentliche Temperaturerhöhung im Vergleich zur Zimmertemperatur. Die Temperatur als einwirkender Faktor auf die Versuche dürfte also hiermit ausgeschlossen sein.

Eine viel umstrittene Frage in der Literatur ist folgende: Sind die Erscheinungen, die durch die Einwirkung des ultravioletten Lichtes hervorgerufen werden auf Veränderungen innerhalb des Nährbodens zurückzuführen, oder sind sie die Folge einer direkten Wirkung des Quarzlichtes auf die Bakterien bzw. in diesem Falle auf die Pilze? Zur Klärung diesr Frage bestrahlte ich verschiedene Nährböden mit einer dreifachen Erythemdosis, d. h. icht setzte sie 22,5 Minuten in 1 m Abstand von der Lampe dem Höhensonnenlicht aus. Anschließend impfte ich diese Platten mit Trichophyton gypseum und Trichophyton violaceum. Die Kulturen zeigten gegenüber

unbestrahlten Platten die zur selben Zeit geimpft wurden keinerlei Unterschied im Zeitpunkt ihres Angehens und in der Art ihres Wachstums. Die Aussaat von Tochterkolonien bei Gypseum erfolgte ebenfalls zur selben Zeit. Bei den Kolonien von Violaceum ergab sich eine vollkommene Übereinstimmung in der Farbe und Struktur, abgesehen von dem normalen Unterschied, der eine Folge der Verschiedenheit des Nährbodens ist. Damit kann man die Möglichkeit, daß die infolge der Bestrahlung auftretenden Veränderungen auf gewisse chemische bzw. physikalische Änderungen des Nährbodens zurückzuführen sind, vollkommen ausschließen.

Als nächste Frage suchte ich Folgendes zu klären: Kann man durch nochmaliges Verabreichen von Bruchteilen einer Erythemdosis das Wachstum der Kulturen in irgendeiner Weise beeinflussen? Zu diesem Zwecke bestrahlte ich acht Tage lang Kulturen von Gypseum und Violaceum auf den vorher erwähnten drei verschiedenen Nährböden jeden zweiten Tag 1 bzw. 3 Minuten lang. Bei Trichophyton violaceum war kein Unterschied bei sämtlichen Kulturen gegenüber den Kontrollen festzustellen. Dies lag am bedeutend langsameren Wachstum derselben. Bei Trichophyton gypseum waren die Vergleichskulturen schon nach acht Tagen bedeutend größer. Die nur 1 Minute dem ultravioletten Licht ausgesetzten Kulturen waren schon etwas kleiner, die 3 Minuten bestrahlten Pilzkolonien hatten eine noch geringere Größe erreicht. Die Kontrollkulturen auf dem Honignährboden hatten bereits Tochterkolonien gebildet, bei den bestrahlten Kulturen war es zu keiner Sporenaussaat gekommen.

Auf dem Kartoffelnährboden befindliche Gypseum-Kulturen bildeten unbehandelt eine reichliche Zahl von Tochterkolonien, eine Minute bestrahlte Platten zeigten nur wenige Tochterkolonien, drei Minuten bestrahlte Kulturen hatten keine gebildet.

Bei Trichophyton gypseum auf *Grütz* 3 Nährboden ließ sich in dieser Hinsicht keine Verschiedenheit feststellen, weil es noch nicht zur Bildung von Tochterkolonien gekommen war. Nach Aufhören der Bestrahlung kam es alsbald zu einer Verwischung dieser Unterschiede.

Zusammenfassend ist hierzu zu sagen: Schon geringere Dosen von Quarzlicht rufen, werden sie einige Male wiederholt, eine deutliche Wachstumshemmung bei Trichophyton gypseum hervor. Ein wesentliches Merkmal der Schädigung scheint auf einer verzögerten und weniger reichlichen Sporenaussaat zu beruhen. Diese dürfte in einer verringerten Sporenbildung ihre Ursache haben wie an anderer Stelle noch gezeigt wird.

Weiterhin schien es mir von Interesse zu sein festzustellen, welcher Effekt durch eine einmalige Bestrahlung mit einer HED. direkt nach der Impfung hervorgerufen wird. Die Versuche mit Violaceum ergaben wiederum infolge des außerordentlich langsamen

Wachstums einen negativen Erfolg. Bei den Gypseum-Kulturen war am vierten Tage eine geringe Entwicklungshemmung zu beobachten, die bei den Kolonien auf *Grütz* 3 Nährboden etwas deutlicher wurde. Daß dies nicht eine rein zufällige Erscheinung war, bewies die Tatsache, daß die Verhältnisse für einige andere Platten dieser Art genau so lagen. Ebenfalls kam es wieder bei den unbestrahlten Vergleichskulturen etwas früher zu einer Neubildung kleiner Kolonien (schon nach vier Tagen). Acht Tage nach der Impfung war in der Zwischenzeit ein erhöhtes Wachstum erfolgt, so daß nur bei einzelnen Platten noch Unterschiede bemerkbar waren. Jedoch war noch immer keine Sporenaussaat zustandegekommen. Weitere Beobachtungen an diesen Kulturen waren nicht mehr möglich, weil die Platten durch Verschimmeln unbrauchbar wurden.

Jedenfalls ergibt der Versuch, daß ein gewisser Effekt schon mit einer einmaligen Dosis von einer HED. zu erzielen ist, doch ist die Wirkung nicht für die Dauer.

Aus diesem Grunde suchte ich durch häufigeres Bestrahlen zu zu einem besseren Erfolg zu kommen. Ausgehend von der Tatsache, daß der menschliche Organismus sich an eine jeden zweiten Tag einwirkende Ultraviolettlichtmenge von der Größe einer Erythemdosis leicht gewöhnen kann, bestrahlte ich Kulturen mit dieser Strahlendosis. Nach sechs Tagen zeigte sich, daß trotz der wiederholten Einwirkung einer Lichtintensität von einer HED. alle Kulturen angingen. Nach zwölf Tagen war eine Ausbreitung der Kontrollkulturen von Gypseum über den ganzen Nährboden hin erfolgt. Die bestrahlten Kulturen auf dem Honignährboden hatten etwa $1^1/_2$ bis 2 cm Durchmesser erreicht. Die Gypseumkulturen auf *Grütz* 3 und Kartoffelnährboden hatten sich noch nicht weiter ausgebreitet. Die Impfstelle hatte eine höckerige, krumige und mehrere Millimeter über die Oberfläche des Nährbodens ragende Gestalt angenommen. Sie sah vollkommen vertrocknet aus. An ihrer Oberfläche ließ sich eine ganz feine, leichte Flaumbildung erkennen. Diese war bei den Kulturen auf *Grütz* 3 Nährboden am geringsten. Das bestätigt wiederum die bei den anderen Versuchen gemachte Beobachtung, das Trichophyton gypseum auf *Grütz* 3 Nährboden unter dem Einfluß des Höhensonnenlichtes zu einer geringeren Wachstumstendenz neigt.

Von der Rückseite der Schale betrachtet, sah man bei den Kulturen eine bräunliche Verfärbung innerhalb des Nährbodens von ungefähr 2 bis 3 cm Durchmesser.

Auch bei Violaceum machten sich diesmal sehr ins Auge fallende Unterschiede bemerkbar. Die unbestrahlten Kulturen hatten auf dem Honig und *Grütz* 3 Nährboden einen Durchmesser von ungefähr 1 cm und eine Höhe von 3 mm angenommen. Diejenigen auf dem Kartoffelnährboden hatten inzwischen einen Durchmesser von 1

bis 2 cm und eine Höhe von 1 bis 2 mm erreicht. Auch war jede Kultur ihrem Nährboden entsprechend gefärbt. Die bestrahlten Kolonien waren kaum größer als die Impfmasse mit der sie auf den Nährboden aufgetragen wurden. Auf dem *Grütz* 3 Nährboden jedoch hatten sie einen Durchmesser von 1 bis 3 mm und man sah eine feinere Form ihrer Windungen. Eine besonders markante Tatsache war die Verschiedenheit in der Färbung gegenüber den Kontrollen. Trichophyton violaceum zeigte auf Honignährboden eine schmutziggraue Farbe, auf *Grütz* 3 Nährboden ein gleichmäßiges Weinrot und auf Kartoffelnährboden ein blaßgraues Aussehen.

Nach zwanzig Tagen wurde die Bestrahlung eingestellt. Gypseum hatte das vertrocknete und krumige Aussehen beibehalten, jedoch war es innerhalb des Nährbodens zu einer weiteren Ausbreitung gekommen. Violaceum war nicht mehr gewachsen.

Die Versuche lassen erkennen, daß häufigere Strahlendosen von mittlerer Qualität recht auffällige Änderungen in bezug auf Form, Farbe und Wachstum von Kolonien der Trichophytieerreger hervorrufen. Jedoch war noch keine abtötende Wirkung mit ihnen zu erzielen, denn auch die Violaceumkulturen, die einen vollständig verkümmerten Eindruck machten, fingen anschließend an zu wachsen. Wird das Wachstum der Pilze für die Dauer der Strahlenwirkung an der Oberfläche des Nährbodens auch gehemmt, so kommt es innerhalb desselben doch zu einer weiteren Ausbreitung.

Da, wie schon gesagt, keine Abtötung mit einer jeden zweiten Tag verabreichten Erythemdosis zustandekam, bestrahlte ich im nächsten Versuch die Kulturen täglich mit einer HSE.

Nach vier Tagen war bei Violaceum noch kein Unterschied bemerkbar. Bei Gypseum war dagegen schon eine deutliche Hemmung der Entwicklung zu beobachten. Besonders auffallend war wiederum die geringe Wachstumstendenz auf *Grütz* 3 Nährboden. Die Impfstelle sah weiß-bräunlich und stark eingetrocknet aus.

Nach acht Tagen wurden die Kulturen von der Bestrahlung abgesetzt. Bereits am neunten Tage war bei Gypseum am Rande der bröckligen Masse an der Impfstelle eine ganz leichte Flaumbildung erkennbar, während die Violaceumkulturen noch nicht angegangen zu sein schienen. Nach Ablauf zweier weiterer Tage war das Wachstum von Gypseum unverkennbar. Auch ließ sich bei einem Teil der Violaceumkulturen ein beginnendes Wachstum beobachten.

Nach 14 Tagen hatten sich die dem Quarzlicht nicht ausgesetzten Kulturen über den ganzen Nährboden verbreitet und reichlich Tochterkolonien gebildet.

Die acht Tage lang täglich mit einer HED. bestrahlten Kulturen hatten eine Größe von 1 bis 2 cm. Jedoch bildeten sie keine Tochterkolonien.

Bei Violaceum hatte es den Anschein, als ob die Kulturen durch den Einfluß des Quarzlichtes nicht angehen wollten. Doch änderte

sich dieses nach Aufhören der Bestrahlung. Sie hatten auf Kartoffel- und Honignährboden einen Durchmesser von 1 bis 3 mm erreicht. Die Farbe war schmutzig-grau. Die Kontrollen waren 1 bis 1,5 cm groß und zeigten ihre typische Färbung. Auf *Grütz* 3 Nährboden waren die bestrahlten Violaceumkulturen kaum über die Größe der Impfmasse hinausgewachsen, doch konnte man genau feststellen, daß sie angegangen waren. Die Farbe war ein gleichmäßiges Violett. Der Durchmesser der Kontrolle betrug 1 cm. Nach weiteren vier Tagen sah man bei Violaceum auch weiterhin ein äußerst spärliches Wachstum. Die größte Kultur hatte einen Durchmesser von 0,5 cm erreicht und eine Höhe von 0,1 cm. Die entsprechende Kontrollkultur zeigte einen Durchmesser von 1,5 cm und eine Höhe von 0,5 cm.

Die bestrahlten Gypseumkulturen hatten inzwischen einen Durchmesser von 3 bis 4 cm bekommen. Doch war die Ausbreitung innerhalb des Nährbodens schon bedeutend weiter fortgeschritten.

Vierzehn Tage später war festzustellen, daß bei Violaceum kein Wachstum mehr erfolgte, Gypseum hatte sich dagegen über den ganzen Nährboden verbreitet, ohne jedoch Tochterkolonien gebildet zu haben. Es war von dem Pilzrasen innerhalb des Nährbodens das weitere Wachstum ausgegangen.

Bemerkenswert war bei diesem Versuch, daß es bei Gypseum wohl zu einer sehr starken Wachstumshemmung kam, aber niemals zur Abtötung. Auch Violaceum wurde durch die Strahlenwirkung nicht direkt abgetötet, doch schien der Pilz derart geschädigt zu sein, daß er nachher verkümmerte.

Da sich Trichophyton gypseum als bedeutend widerstansfähiger erwies als Trichophyton violaceum, so suchte ich im nächsten Versuch durch tägliche Bestrahlung mit 2 und 3 HED. eine evtl. Abtötung zu erreichen. Unter dem Einfluß der Bestrahlung erfolgte zunächst kein Wachstum an der Oberfläche des Nährbodens. Nach Ablauf von acht Tagen wurde ein Teil der Kulturen von der Bestrahlung abgesetzt. Schon am nächsten Tage erwies sich an diesen Kulturen ein beginnendes Wachstum, das sich durch eine leichte Flaumbildung am Rande der Impfstelle bemerkbar machte. Acht Tage später hatten sie bereits einen Durchmesser von 2 bis 4 cm erreicht.

Die weiterhin bestrahlten Kulturen wuchsen kaum in die Breite, dafür vergrößerte sich die Impffläche. Es kam bei ihnen zu einem Wachstum in die Höhe und es bildete sich dort eine krumige Stelle, die den Nährboden ungefähr um $^1/_2$ cm überragte. Von der Rückseite betrachtet sah diese Impfstelle dunkelbraun aus. Von ihr ging eine bräunliche, wurzelartige, radiäre Streifung von 3 bis 4 cm Durchmesser innerhalb des Nährbodens aus. Die bereits von der Bestrahlung abgesetzten Kulturen auf *Grütz* 3 Nährboden zeigten von der Rückseite betrachtet ein ganz anderes Bild. Man konnte dort konzentrisch parallel verlaufende Ringe beobachten, die den

Jahresringen bei Bäumen ähnelten und die abwechselnd mehr braun und dann mehr hellgelb gefärbt waren.

Acht Tage später hatten die nicht mehr bestrahlten Kulturen, soweit wie die radiäre Streifung innerhalb des Nährbodens reichte, ein gipsiges, weißes Aussehen an der Oberfläche bekommen. Ein Zeichen, daß sich diese Kulturen nun nach Aufhören der schädigenden Strahlenwirkung, auch wieder an der Oberfläche zu entwickeln beginnen.

Dieser Vorgang wiederholte sich bei den Gypseumkulturen, wo die Bestrahlung nach vierzehn Tagen bzw. drei Wochen eingestellt wurde. Nur war dort die gipsige Schicht an der Oberfläche viel feiner und dünner. Man könnte sie mit hauchdünn aufgestreutem Puder vergleichen.

Also auch durch länger dauernde Applikation selbst stärkster Lichtqualitäten war keine Abtötung zu erzielen.

Es schien mir von Interesse zu sein, ob durch eine einmalige Gabe einer stärkeren Lichtdosis ein Erfolg zu erreichen sei. Zu diesem Zwecke bestrahlte ich Kulturen von Gypseum und Violaceum mit einer 2-, 4-, 6- und 8fachen Erythemdosis einmal direkt nach ihrer Verimpfung. Bei Violaceum war wie bei früheren Versuchen kein Unterschied zwischen diesen Kulturen und den Kontrollen zu sehen. Bei Gypseum machte sich zunächst ein verlangsamtes Wachstum bemerkbar. Doch war dieser Zustand nur vorübergehend. Die Kontrollen hatten zwar nach acht Tagen bereits Tochterkolonien gebildet, die bestrahlten Kulturen dagegen nicht. Nach vierzehn Tagen aber schon war eine reichliche Ausbreitung über den ganzen Nährboden erfolgt.

Weiterhin suchte ich die Frage zu klären: Was tritt ein, wenn vor der Verimpfung eine Kultur durch ultraviolettes Licht beeinflußt wird? Ich bestrahlte deshalb Kolonien von Trichophyton gypseum mit 1 bzw. 3 HED. Nach Ablauf von fünft Tagen zeigten die Kontrollplatten eine reichliche Sporenaussaat über den ganzen Nährboden hin. Zwischen den Kolonien, deren Mutterkultur mit einer bzw. 3 HSE. bestrahlt wurde, bestand kein Unterschied. Die Sporenaussaat war bei ihnen jedoch im Vergleich zu den Kontrollen verzögert. Sie begann erst nach fünf Tagen, während sie an diesem Zeitpunkt auf den unbehandelten Platten bereits in einem reichlichen Maße stattgefunden hatte. Sonst fanden sie aber ein sehr freudiges Wachstum, so daß nach acht Tagen kein Unterschied mehr festzustellen war.

Es ließ sich also beobachten, daß zunächst eine gewisse Schädigung eingetreten war, die in einem etwas späteren Entstehen der Tochterkolonien erkennbar war.

Nun machte ich noch folgenden Versuch: Ich verimpfte Material aus der Impfstelle einer drei Wochen lang bestrahlten Gypseum-

kultur und Material aus der bräunlichen Verfärbung innerhalb des Nährbodens von derselben Platte. Sämtliche auf diese Weise angelegten Kulturen gingen gleichzeitig an. Ihr Wachstum war aber etwas geringer als das unbestrahlter Kontrollen.

Interessehalber machte ich zum Schlusse noch einen Vergleichsversuch: Ich bestrahlte Platten, die ich mit hämolytischen und anhämolytischen Staphylokokken geimpft hatte mit ½, 1, 2, 3, 5, 7 und 9 HED. Nach 24stündigem Stehen im Brutschrank war bei sämtlichen Kulturen, auch schon bei den nur mit ½ HED. bestrahlten, nur ein ganz geringes Wachstum zustandegekommen. Jedoch war es bei allen Platten zu einem Angehen wenigstens einzelner Kolonien gekommen. Eine Abtötung war mir also auch hier nicht gelungen.

Die mikroskopische Untersuchung einiger Kulturen ergab: Unbestrahlte Gypseumkulturen zeigten ein gut ausgebildetes Mycel, das aber fast verschwindet durch das Vorhandensein von reichlich vorkommenden Sporen.

Im Präparat, hergestellt aus der Impfstelle einer täglich mit 2 HED. bestrahlten Kultur, waren bedeutend mehr Mycelfäden, dagegen viel weniger Sporen zu sehen.

Bei der Untersuchung von Material aus der bräunlichen Verfärbung des Nährbodens, die sich bei längerer Strahlenwirkung einstellte, wurden nur Mycelfäden und fast keine Sporen gefunden.

Das mikroskopische Bild von bestrahlten und unbestrahlten Violaceumkulturen ließ keinen Unterschied erkennen.

Die geringere Anwesenheit von Sporen bei bestrahlten Gypseumkulturen ist nicht auf eine Abtötung derselben zurückzuführen. Gerade die Sporen sind gegenüber der Einwirkung des Lichtes von der größten Widerstandsfähigkeit. Die Dinge liegen wahrscheinlich so, daß die Kulturen in ihrem Sporenbildungsvermögen geschädigt werden (Hemmung der Teilungsvorgänge). Durch die geringe Sporenbildung kommt es auch zu einer verminderten bzw. später eintretenden Ausbildung von Tochterkolonien und zu einem geringeren Wachstum der Kulturen. Wenigstens scheint dies eine logische Erklärung für die Hemmungserscheinungen, die sich bei meinen Versuchen bemerkbar machten, zu sein.

Zusammenfassend ist zu sagen: Ganz eindeutig ruft ultraviolettes Licht Wachstums- und Entwicklungshemmungen an Kulturen pathogener Hautpilze hervor. Bereits Bruchteile einer therapeutisch anwendbaren Dosis machen, werden sie öfters wiederholt, diese Erscheinungen. Jedoch kommt es zu keiner Abtötung auch bei Anwendung stärkster Dosen, die bei therapeutischer Applikation schwerste Verbrennungen hervorrufen würden.

Es galt mir darum, den Effekt therapeutisch anwendbarer Dosen kennenzulernen. Deshalb wählte ich auch den Abstand von 1 m wie er gewöhnlich beim Patienten Anwendung findet. Bei Applikation

von höheren Dosen behielt ich die Entfernung bei, da ich diese dann leicht in Beziehung zur normalen HED. setzen konnte. Es ist sehr gut möglich, daß bei einer etwa 10 Minuten langen Einwirkung in 30 cm Abstand von der Lampe eine Bakterien- oder Pilzkultur abgetötet wird. Dies ist aber nur von rein theoretischem Interesse und kann niemals praktische Anwendung finden.

Außerdem beweist der Versuch an der Kultur noch lange nicht, daß die Dinge am Patienten ebenso liegen. Wenn schon eine derart starke Absorption der ultravioletten Strahlen durch die dünne Oberfläche des Nährbodens stattfindet, das beweist die Ausbreitung der Kultur innerhalb des Nährbodens auch bei täglich wiederholter Anwendung stärkster Dosen, um wieviel mehr müssen die Strahlen durch die Körperoberfläche absorbiert werden. Aus den angeführten Gründen muß gesagt werden, daß ein therapeutischer Effekt mit Höhensonnenbestrahlung bei der Trichophytie wohl kaum zu erzielen ist, denn diese Krankheit beschränkt sich ja nicht allein auf die alleroberflächlichsten Hautpartien.

Am Schluß meiner Ausführungen möchte ich es nicht versäumen, Herrn Professor Dr. *A. Ruete* für die Überlassung des Themas, Herrn Dr. *Leipner* für die Anleitung bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturangabe.

Laquer und *Kowarschik:* Die Praxis der physikalischen Therapie. S. 107.

Meyer und *Behring:* Licht-, Röntgen-, Radium- und Elektrotherapie. Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Bd. V, 2, S. 234.

Winterstein: Lichtwirkung auf Bakterien. Strahlentherapie. Bd. 39, S. 319.

Ellinger: Biologische Grundlagen der Strahlenbehandlung. S. 138, 211, 215.

Henri: Action biologiques des dayons ultraviolets. Zbl. f. Radiologie, Nr. 20, S. 654.

Haffner: Die biologischen Wirkungen der sichtbaren und ultravioletten Strahlen. Zbl. f. Radiologie, Nr. 97, S. 584.

Berde v.: Das Verhalten von Fadenpilzkolonien unter der Einwirkung des Lichtes. Arch. f. Dermatologie und Syphilis, Bd. 158, S. 135.

Proks: Recherches sur l'irradiation des milieux nutritifs bactériologiques par les rayons ultraviolets. Zbl. f. Radiologie, Bd. 15. S. 319.

Cernevodeaux und *Henri:* Étude de l'action des rayons ultraviolets sur les microbes. Zbl. f. Bakteriologie, Bd. 27, S. 682.

Petri: Influenza di substrati nutritivi eposti di raggi ultravioletti sopra lo sviluppo di funghi. Zbl. f. Botanik, Bd. 17, S. 416.

Tanner und *Rhyder:* Action of ultraviolet light on yeastlike Fungi. Zbl. f. Botanik, Bd. 3, S. 198.

Welch: The effect of ultraviolet light on moulds, toxins and filtrates. Zbl. f. Bakteriologie, Bd. 1931, S. 307.

Luyet: La radiosensibilité chez les Mucorinés en fonction de leur âge. Zbl. f. Botanik, Bd. 16, S. 167.

Becquerel: L'action abiotique et l'hypothèse de l'origine de la vie. Zbl. f. Bakteriologie II. Teil, Bd. 29, S. 584.

Stevens: The effects of ultraviolet irradiation on various Ascomycetes, Sphaeropsidales and Hyphomycetes. Zbl. f. Bakteriologie 2. Abteilung, Bd. 82, S. 161.

Falchie: Richerche circa l'azione di stimuli chimici e sa certi miceti. Zbl. f. Bakteriologie 1930, S. 154.

Scott und *Kinley:* Effect of ultraviolet light upon genus Trichophyton. Zbl. f. Bakteriologie 1931, S. 306.

Charrarien und *Clark:* The reaction of pathogenic fungi to ultraviolet light and the role played by pigment in this reaction. Zbl. f. Bakteriologie 1. Abteilung, Bd. 79, 1925.

Kistiakowsky: L'achromie qui apparaît sous l'action des rayons ultraviolets sur le pytiriasis versicolor est-elle parasitaire ou post parasitaire. Zbl. f. Radiologie. Bd. 10, S. 885.

Jadassohn: Dermatomykosen. Handb. d. Haut- und Geschlechtskrankheiten, Bd. 11, S. 156, 168, 383 und 707.

Lebenslauf.

Als Sohn des Bauern August Scherer und seiner Ehefrau, geb. Merle, wurde ich, August Scherer, am 2. Dezember 1912 zu Dagobertshausen, Kr. Marburg (Lahn) geboren. Von meinem 7. Lebensjahre ab besuchte ich die Volksschule in Elnhausen. Mit 11 Jahren trat ich in die Quinta von Dr. Müllers Privatlehranstalt in Marburg ein. Diese Schule besuchte ich bis zur Untertertia. Anschließend wurde ich in die Obertertia des Marburger Städtischen Realgymnasiums (heute Adolf-Hitler-Schule) aufgenommen. Hier bestand ich Ostern 1932 mein Abitur. Ab Sommer-Semester 1932 studierte ich bis zu meiner bestandenen ärztlichen Vorprüfung im Sommer-Semester 1934 fünf Semester in Marburg. Vom 1. Oktober 1934 bis 12. Oktober 1935 diente ich als Freiwilliger in der 17. Komp. des I. R. Gießen in Marburg. Während meiner militärischen Dienstzeit belegte ich ein Semester. Im Winter-Semester 1935/36 studierte ich in Freiburg, im Sommer-Semester 1936 in Königsberg. Anschließend kehrte ich wieder nach Marburg zurück, wo ich im Sommer 1938 mein medizinisches Staatsexamen bestand.

Meine akademischen Lehrer waren an der Universität Marburg: Alverdes, Claußen, Dittler, Göppert, Grüneisen, Jacobshagen, Kutscher, Meerwein und Nauk.

An der Universität Freiburg: Aschoff, Bohnenkamp, Eitel, Giese, Hauptstein, Rehn, Uhlenhut.

An der Universität Königsberg: Aßmann, Bürger, Erb, Läwen, v. Mikulicz-Radecki, Stölzner, Zipf.

An der Universität Marburg: Becher, Encke, Gremels, Grüter, Habs, Kehrer, Kestermann, Kretschmer, Loebell, Mauz, Mondry, Pfannenstiel, Ruete, Schrader, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé, Winkler.